

Le défrichage et l'aménagement des terres en cultures industrielles de palmiers à huile ⁽¹⁾

G. MARTIN (2)

Résumé. — La mise en culture d'un milieu par le moyen du défrichage modifie nécessairement l'équilibre existant précédemment entre le sol, le climat et la végétation. Le sol évolue de façon plus ou moins favorable sous l'effet des travaux agricoles, du nouveau peuplement végétal et de la récolte périodique de la plante cultivée, qui exporte de la matière organique et des éléments minéraux du sol. Les études entreprises depuis plus de 20 ans pour la mise en place de grandes unités industrielles de palmiers à huile ont permis de préciser les techniques les plus conformes aux objectifs poursuivis et d'évaluer, avec les temps moyens nécessaires aux diverses opérations, l'importance et l'incidence des principaux facteurs de défrichage et de la mise en exploitation. Elles ont montré notamment que si l'on s'entoure de toutes les précautions, le sol n'a pas à craindre l'érosion et qu'il tend à évoluer vers un nouvel état chimique situé à un niveau de teneur compris entre 60 et 90 p. 100 de celui du sol sous forêt selon les éléments. Ce nouvel état après 15/20 ans de culture est ainsi toujours favorable au palmier à huile, et on observe actuellement des rendements tout à fait satisfaisants sur des parcelles qui sont en cultures industrielles depuis 60 ans.

INTRODUCTION [15, 17]

La mise en culture d'un milieu par le moyen du défrichage modifie nécessairement l'équilibre existant précédemment entre le sol, le climat et la végétation. Le sol évolue de façon plus ou moins favorable sous l'effet des travaux agricoles, du nouveau peuplement végétal, et de la récolte périodique de la plante cultivée qui exporte de la matière organique et des éléments minéraux du sol.

L'activité agricole aboutit donc à la création d'un nouvel état physico-chimique du sol, plus ou moins éloigné de l'état initial qui se dégrade très vite sous l'effet d'une mauvaise utilisation des techniques culturales. Cette dégradation est généralement rapide dans le cas de sols ferrallitiques sous climat tropical humide car les horizons supérieurs sont peu profonds et sont les seuls qui possèdent vraiment une certaine fertilité. Elle est en outre aggravée par les facteurs climatiques qui sont très agressifs (précipitations importantes et violentes), et qui se traduisent par des phénomènes d'érosion et de destruction de la structure de surface et/ou par l'entraînement en profondeur des éléments les plus fins.

L'évolution des sols sous palmeraie a fait l'objet de nombreuses observations [17]. Elles ont montré que le sol sous palmeraie tend à évoluer vers un nouvel état chimique très favorable à la culture du palmier à huile à condition de prendre des précautions lors de la préparation des terres et de l'exploitation ultérieure. On a pu constater, en outre, que l'érosion n'était pas un danger grâce à l'établissement de la plante de couverture semée dans les interlignes.

D'une façon générale, toutes les recherches conduites dans diverses situations de la zone intertropicale du monde montrent que l'attitude à adopter pour la culture du palmier à huile consiste à « gérer » le milieu de façon rationnelle :

- par l'emploi de méthodes de conservation en matière de défrichage et de plantation,
- par le choix de secteurs de développement à pentes faibles pour l'implantation des blocs de culture,
- par l'utilisation d'un nombre réduit de passages d'engins mécaniques tout au long de l'exploitation,
- par l'usage d'une fumure minérale régulière, correspondant à l'état nutritionnel des arbres.

En réalité, on remplace une forêt (ou dans certains cas plus rares, une savane) par une plantation d'arbres qui constitue rapidement un couvert proche du couvert forestier du point de vue climatique.

I. — LE DÉFRICHEMENT DE LA FORÊT

La culture du palmier à huile en zone forestière ne nécessite pas de préparation particulière du sol après défrichage (labours). Les interlignes de plantation (larges de 7,80 m), dégagés pour permettre le passage ultérieur des ouvriers et des machines agricoles d'exploitation, sont simplement ensemencés avec une plante de couverture (*Pueraria*) pour conserver les qualités du sol, éviter l'érosion et faciliter l'entretien [7].

Dans ces conditions, le **dessouchage total** des arbres abattus, qui est une opération coûteuse, altère profondément le sol et nécessite des travaux ultérieurs de nivellement, **est inutile**. On peut donc se contenter de sectionner les souches au ras du sol (arasage).

Par conséquent, les diverses opérations de défrichage s'effectuent dans l'ordre suivant :

- abattage du sous-bois après piquetage préliminaire des blocs ou des secteurs à abattre,
- abattage proprement dit,
- brûlage (aussi complet que possible) et tronçonnage des fûts pour faciliter l'andainage,
- arasage des souches et andainage,
- semis de la plante de couverture.

(1) Communication présentée à l'International Conference on Land Clearing Development à Ibadan (Nigeria), 22-26 novembre 1982.

(2) Ingénieur I.A.N., Directeur adjoint du Département Palmier ; I.R.H.O. Paris (France).

1) L'abattage.

Cette opération peut être faite mécaniquement ou manuellement selon les disponibilités locales en main-d'œuvre.

a) L'abattage mécanique.

On peut réaliser l'abattage avec des tracteurs à chenilles classiques (bulldozer, treedozer) de 250 à 300 CV. Mais la **qualité du travail laisse à désirer**, soit parce qu'il reste de profondes excavations à l'emplacement des souches pour le sectionnement préalable des racines, soit parce que le bulldozer, qui éprouve de sérieuses difficultés à l'abattage à cause de la faible hauteur de son attaque frontale, est contraint de manœuvrer en détruisant la structure du sol.

C'est pourquoi il est préférable d'équiper ces tracteurs d'une lame coupante munie d'un éperon à son extrémité (Rome KG) qui exerce un effort de cisaillement à ras du sol sur les arbres de faible diamètre, et déchiquette les gros troncs avec son éperon pour les **abattre sans les dessoucher** (Fig. 1).

Dans de bonnes conditions techniques, l'expérience montre que l'on peut retenir comme temps moyen de base 3 h de travail par hectare lorsque la densité d'arbres est de l'ordre de 300/ha, avec moins de 5 gros arbres. Mais on doit appliquer des coefficients de majoration supplémentaires à cette donnée de base pour tenir compte de l'augmentation de la densité d'arbres/ha, de la topographie, de l'humidité du sol, de la qualité du personnel de conduite et de la vétusté du matériel employé [7].

b) L'abattage manuel.

Cet abattage s'effectue à la hache et/ou à la scie mécanique. Dans le premier cas, il nécessite une main-d'œuvre importante (de l'ordre de 50 à 100 j/ha selon les cas) [4].

Avec la scie mécanique, après avoir préalablement préparé les surfaces à abattre par la coupe du sous-bois au sabre d'abattis, un opérateur et son aide mettent deux journées et demie pour abattre un hectare de forêt (en commençant par sectionner les arbres du plus petit diamètre).

c) Autres équipements d'abattage.

D'autres formules ont été utilisées dans divers pays d'Afrique pour l'abattage de programmes importants, en particulier le tree-crusher Letourneau, qui pèse 50 t, abat et transforme la forêt abattue en un tapis végétal, à la cadence de 0,8 ha/h [5].

On peut, dans certains cas (forêt claire, faible nombre de gros arbres), utiliser la force hydraulique du bras d'une pelle excavatrice après sectionnement préalable des racines.

2) L'arasage des souches et l'andainage [2, 8, 16].

La présence d'une couverture forestière plus ou moins dense dans la majorité des régions à mettre en valeur implique la mise au point de techniques de défrichage et d'andainage qui assurent le dégagement aussi poussé que possible du terrain tout en évitant le décapage de l'horizon superficiel du sol.

En effet, des observations faites dans un programme de plantation (Pérou) sur alluvions récentes ont montré qu'aux endroits où la couche humifère de surface avait été raclée, les teneurs en azote des arbres étaient plus faibles, entraînant au jeune âge et à l'entrée en production de sensibles hétérogénéités [8].

Azote en p. 100 de matière sèche des feuilles :

- près de l'andain 2,81,
- éloigné de l'andain 2,59.

Le dégagement complet d'un interligne sur deux requiert, de plus, un **essouchage**.

Manuellement, cette opération est difficile et de surcroît très coûteuse. La méthode mécanique, avec les équipements courants qui bouleversent le sol et modifient sa structure de façon hautement préjudiciable au maintien de sa qualité, a été, de son côté, abandonnée. On a ainsi adopté la lame courante munie d'un éperon à son extrémité (lame Rome KG déjà utilisée pour l'abattage) qui permet de réaliser **en une seule opération l'arasage des souches et l'andainage** (Fig. 2).

Les **andains** sont disposés parallèlement aux lignes d'arbres dans les futurs interlignes. L'écartement entre

FIG. 1. — Lame Rome KG, vue de son éperon
(Rome KG blade, view of its spur).



FIG. 2. — Arasement d'une souche (Razing of a stump).



leurs axes est donc nécessairement un multiple de la distance qui sépare deux lignes de palmiers. Le plus petit écartement possible qui permet l'accès à 2 lignes d'arbres d'un seul côté étant de 15,60 m.

Cet andainage est grandement facilité lorsque les gros arbres abattus sont **tronçonnés** (c'est-à-dire débités en billes d'une longueur en relation avec leur grosseur), et que l'on a procédé à un brûlage préalable, aussi complet que possible, de la végétation abattue.

Dans de bonnes conditions, on estime approximativement à 3 h/ha le temps de base nécessaire à la réalisation de l'andainage selon la plus petite distance entre les axes. Ce temps est majoré avec les coefficients adoptés pour l'abattage et ceux concernant l'écartement entre les axes, et la qualité du brûlage [7].

II. — LA PRÉPARATION DES TERRES DE SAVANE [13]

En dehors de quelques palmacées ou d'arbres clairsemés, la savane est couverte de graminées dont certaines sont très vivaces (*Imperata cylindrica*) et envahissent le terrain dès que l'on touche à l'équilibre naturel lors de la mise en culture ; il est donc indispensable, avant toute plantation, d'en assurer l'élimination et de couvrir le sol.

On procède en général de la façon suivante. Pour préparer le labour qui va suivre l'abattage des arbres isolés, préalablement brûlés, il est également nécessaire de détruire auparavant la végétation herbacée, par brûlage si la saison s'y prête ou par rabattage mécanique si le brûlage est impossible. Le labour effectué ensuite avec un tracteur à chenilles est suivi d'un ou deux passages de pulvérisateur lourd précédant les travaux d'éradication de la graminée.

L'opération de rabattage et/ou d'enfouissement a lieu généralement en saison humide afin de réserver la saison sèche suivante aux travaux de lutte contre la graminée vivace. Le rabattage est effectué, en 2 h 30/ha environ, par un passage de pulvérisateur lourd. Le labour est assuré par une charrue à disques ou à soc, à raison de 3 h/ha, suivi enfin par un pulvérisage lourd destiné à briser les mottes constituant ainsi la préparation de fond.

L'éradication des graminées vivaces (cas de *Imperata cylindrica*) s'effectue alors en saison sèche par des passages successifs de pulvérisateurs à disques, dont le nombre peut être de l'ordre de 6 à 8, séparés par un intervalle de 8 à 10 jours entre les passages.

Cette pratique est évidemment dangereuse pour l'horizon de surface et les risques d'érosion sont grands. Il est donc possible, dans certaines conditions (préparation du terrain réalisée de nombreux mois avant la plantation), de traiter les futures lignes de plantation préalablement piquetées avec un herbicide de pré-levée, auquel on peut ajouter, selon la densité des repousses au moment de l'application, un herbicide de post-émergence. De bons résultats ont été obtenus contre *Imperata* avec des quantités de 30 à 90 kg/ha, mais en raison du nombre de traitements à effectuer pour réduire la densité de rhizomes, on préfère souvent réaliser ce travail par des passages répétés d'engins mécaniques.

Mais il faut alors impérativement semer la plante de couverture dès les premières pluies, et à forte densité pour, à la fois, éviter la repousse des graminées contre lesquelles on lutte et protéger les sols contre l'érosion.

III. — LA COUVERTURE DES SOLS DES PALMERAIES INDUSTRIELLES

Si le sol défriché reste dénudé, il est exposé à l'érosion et à l'action de la température qui détruit en partie la vie microbienne. La couverture végétale cultivée joue donc un rôle appréciable par son action thermorégulatrice et elle présente en outre l'avantage d'augmenter la teneur en matière organique des sols, de réduire le lessivage des éléments nutritifs (notamment le potassium), d'améliorer la structure physique des sols et d'empêcher le développement des graminées.

Dans les pays à pluviosité bien répartie, la date de semis importe peu, mais dans les pays moins humides, la date de semis est à déterminer en fonction de la climatologie locale. Elle doit se situer 2 mois avant le début des très fortes pluies pour permettre aux jeunes pousses de se développer et de résister à l'érosion [9, 14].

En palmeraie, le *Pueraria javanica*, plante héliophile, est susceptible de former une couverture très épaisse. C'est, en général, la variété utilisée. Elle est semée à raison de 10 à 12 kg/ha sur défrichement forestier et, en général, à double dose dans les zones de savane pour couvrir rapidement le sol, et s'opposer à la repousse des graminées adventices [3].

IV. — L'AMÉNAGEMENT DES TERRAINS VALLONNÉS

Les plantations de palmiers à huile sur terrains vallonnés et même accidentés se rencontrent de plus en plus fréquemment, soit parce que dans le secteur choisi les sols présentant une topographie convenable sont rares, soit parce que certains secteurs à reliefs tourmentés sont enclavés dans les plantations.

On s'efforce généralement de ne pas les utiliser en raison des inconvénients qu'ils présentent ; toutefois, si les conditions de sol et de climat sont favorables à la culture, ces terrains sont aménagés. L'établissement de terrasses est indispensable pour réduire les pertes d'engrais par lessivage, faciliter la récolte et les accès pour tous les travaux.

On admet généralement que les pentes inférieures à 10/12° (21 p. 100) ne justifient pas l'aménagement de terrasses. Entre 12 et 20° (21 à 36 p. 100) il est conseillé, par contre, de les établir de façon à y planter les arbres. Mais c'est surtout lorsque les pentes sont supérieures à 20° (36 p. 100) qu'il est indispensable de planter en terrasses et selon les courbes de niveau. A noter que les **terrasses mécaniques** ont une largeur constante alors que les **terrasses manuelles** larges autour de chaque arbre se rétrécissent pour ne former qu'un sentier d'un arbre à l'autre [12] (Fig. 3).

V. — LA DESTRUCTION DES VIEILLES PLANTATIONS EN VUE DE LA REPLANTATION

Au bout d'environ 25 années d'exploitation, les tonnages de régimes récoltés sur les palmeraies industrielles diminuent car les arbres sont trop hauts et la récolte devient impossible faute de grimpeurs, ou d'outils bien adaptés. A ce stade, la replantation s'impose techniquement et financièrement.

La replantation d'une vieille plantation nécessite la destruction rapide des stipes abattus car ils constituent des

foyers pour la prolifération de nombreux coléoptères (*Oryctes*, rhynchophores) ou de champignons (*Ganoderma*, fusariose, etc.) qui représentent une menace sérieuse pour les plantations suivantes [10].

La préparation du terrain doit donc être réalisée d'une manière très minutieuse selon un calendrier précis. Elle comprend le travail du sol avant l'abattage des vieux arbres, l'abattage et l'andainage des palmiers et le semis de la couverture. Les techniques décrites ne constituent qu'une simple indication. Elles ne sont pas applicables dans les zones où sévit la fusariose en raison des études qu'il reste à faire [9].

Avant l'abattage des vieux arbres, on procède à la destruction du recrû forestier s'il existe, puis aux passages successifs :

- d'un rouleau pour écraser le tapis végétal,
- d'un pulvérisateur lourd à disques crénelés pour préparer le labour,
- d'une charrue à soc ou à disques sur l'interligne, opération qui permet d'ailleurs de sectionner les racines des palmiers et de préparer l'abattage.

L'abattage proprement dit se fait à l'aide d'un tracteur à chenilles équipé d'un poussoir ; l'andainage s'effectuant à l'aide du même tracteur, un interligne sur deux ou quatre. Ces travaux sont suivis d'un brûlage des feuilles de palmiers et des couronnes.

Dans les régions où sévit le champignon *Ganoderma*, on préconise l'empoisonnement préalable des palmiers pour tuer les racines (arsénite de soude) puis, après l'abattage [11], l'empilage des stipes pour les brûler (la combustion étant facilitée par un apport, au sommet des ras, de quan-

tités importantes de coques de palmistes). Il s'agit là cependant d'une méthode fort coûteuse en raison des moyens à mettre en œuvre pour empiler des centaines de stipes et les faire brûler dans les meilleures conditions. C'est la raison pour laquelle les recherches se poursuivent en cette matière et notamment celles consistant à équiper une pelle excavatrice, sur chenilles, d'un godet coupant (pelles Poclair, Priestman, Mitsubishi) dans le but de hacher les stipes (abattus ou sur pied) afin que les débris puissent sécher rapidement ou être transportés et brûlés dans des conditions économiques plus satisfaisantes [18] (Fig. 4).

CONCLUSION

Les études entreprises depuis plus de 20 ans pour la mise en place de grandes unités industrielles de palmiers à huile ont permis de préciser les techniques les plus conformes aux objectifs poursuivis et d'évaluer, avec les temps moyens nécessaires aux diverses opérations, l'importance et l'incidence des principaux facteurs de défrichement et de la mise en exploitation.

Elles ont montré notamment que si l'on s'entoure de toutes les précautions, le sol n'a pas à craindre l'érosion et qu'il tend à évoluer vers un nouvel état chimique situé à un niveau de teneur compris entre 60 à 90 p. 100 de celui du sol sous forêt selon les éléments. Ce nouvel état après 15/20 ans de culture est ainsi toujours favorable au palmier à huile, et on observe actuellement des rendements tout à fait satisfaisants sur des parcelles qui sont en cultures industrielles depuis 60 ans.

FIG. 3. — Terrasses manuelles (*Manual terraces*)



FIG. 4



BIBLIOGRAPHIE

- [1] BOCQUET M., MICHAUX P. (1961). — Choix d'une méthode d'ouverture en forêt pour une plantation de palmiers à huile. *Oléagineux*, 16, N° 3, p. 149-154.
- [2] HUGUENOT R. (1963). — Coupe mécanique des souches et andainage sur sol de forêt. *Oléagineux*, 18, N° 10, p. 623-625.
- [3] BREDAS Y., MOREAU Y. (1964). — Les légumineuses de couverture. *Oléagineux*, 19, N° 9, p. 529-532.
- [4] HUGUENOT R. (1965). — Utilisation des scies mécaniques pour l'établissement des plantations sur torêt. *Oléagineux*, 20, N° 5, p. 303-306.
- [5] MARTIN G. (1966). — Un nouvel équipement pour le défrichement, le « Tree Crusher ». *Oléagineux*, 21, N° 11, p. 675-678.
- [6] MENEUL R., GERARD P. (1967). — Destruction des stipes de palmier à huile en vue d'une replantation. *Oléagineux*, 22, N° 4, p. 235-236.
- [7] MARTIN G. (1970). — Le défrichement mécanique pour la création de palmeraies industrielles. *Oléagineux*, 25, N° 11, p. 575-580.
- [8] MARTIN G. (1972). — Influence de la qualité de l'andainage sur le développement des palmiers à huile. *Oléagineux*, 27, N° 3, p. 139-140.
- [9] BOYE P., AUBRY M. (1973). — Replantation des palmeraies industrielles. Méthode de préparation de terrain et de protection contre l'*Oryctes* en Afrique de l'Ouest. *Oléagineux*, 28, N° 4, p. 175-176.

- [10] MARIJU D., CALVEZ C (1973). — Méthode de lutte contre l'*Oryctes* en replantation de palmiers à huile, *Oléagineux*, 28, N° 5, p. 215-218.
- [11] STIMPSON K. M., RASMUSSEN A. N. (1973). — Défrichement et travaux complémentaires pour la replantation de vieilles palmeraies de la zone côtière de Malaisie. *Oléagineux*, 28, N° 10, p. 435-441.
- [12] TAILLIEZ B. (1975). — Aménagement des terrains vallonnés et accidentés pour la plantation de palmier à huile. *Oléagineux*, 30, N° 6, p. 299-302.
- [13] MARTIN G (1975). — Préparation des terres de savane à *Imperata* ou des pâturages à graminées (trilingue fr.-angl.-esp.). *Oléagineux*, 30, N° 11, p. 467-470.
- [14] HUGUENOT R. (1977). — Replantation des plantations industrielles de palmiers à huile, préparation du terrain (trilingue fr.-angl.-esp.). *Oléagineux*, 32, N° 6, p. 263-266.
- [15] OCHS R (1977). — Les contraintes techniques du développement des oléagineux pérennes (palmier à huile et cocotier) en Afrique occidentale et centrale. Etat des recherches sur les techniques de création et d'entretien (bilingue fr.-angl.). *Oléagineux*, 32, N° 11, p. 469-477.
- [16] DUPRE C., TOULOUSE J. (1978). — Extirpation des souches de palmiers (trilingue fr.-angl.-esp.) *Oléagineux*, 33, N° 10, p. 491-494.
- [17] OLLAGNIER M., LAUZERAL A., OLIVIN J., OCHS R. (1978). — Evolution des sols sous palmeraies après défrichement de la forêt (bilingue fr.-angl.) *Oléagineux*, 33, N° 11, p. 537-547.
- [18] DUPRE C., Sté POCLAIN (1982). — L'abattage des palmiers à huile âgés en vue de la replantation des plantations industrielles. La technique du déchaquetage sur pied (trilingue fr.-angl.-esp.). *Oléagineux*, 37, N° 6, p. 283-289.

SUMMARY

Clearing and preparation of land for industrial oil palm cultivation.

G. MARTIN, *Oléagineux*, 1983, 38, n° 4, p. 219-225.

In any environment, the preparation of land for cultivation by means of clearing will, of necessity, modify the pre-existing balance between soil, climate and vegetation. The soil will evolve in a more or less favorable manner under the influence of the agricultural works, new vegetation, and periodic harvesting of the cultivated plant, which exports organic matter and mineral elements from the soil. Studies undertaken over the last 20 years on implementing large industrial oil palm units have resulted in precise details of the techniques which best meet the objectives, as well as an evaluation of the importance and incidence of the main factors involved in clearing and startup of operation, along with the necessary mean time. In particular, it has been shown that if all necessary precautions are taken, the soil need not be endangered by erosion and will evolve toward a new chemical status having a content level of 60 to 90 p. 100 of that of soil beneath a forest according to the elements. After 15 to 20 years cultivation, this new status remains favorable to oil palm cultivation, and we are currently seeing entirely satisfactory yields on plots which have been cultivated industrially for the last 60 years.

RESUMEN

Deforestación y adecuación de tierras con cultivos industriales de palma africana.

G. MARTIN, *Oléagineux*, 1983, 38, N° 4, p. 219-225.

La puesta en cultivo de un determinado medio por deforestación modifica necesariamente el equilibrio anterior entre el suelo, el clima y la vegetación. El suelo evoluciona en un sentido más o menos favorable bajo el efecto de las labores agrícolas, del nuevo poblamiento vegetal y de la cosecha periódica de la planta cultivada, que exporta materia orgánica y elementos minerales del suelo. Los estudios acometidos desde hace más de 20 años para implantar grandes unidades industriales de palma africana, permitieron especificar las técnicas más adecuadas a los objetivos procurados, evaluándose junto con los tiempos promedios necesarios en las diversas operaciones, la importancia y la incidencia de los principales factores de deforestación y de inicio de explotación. Tales estudios han mostrado entre otras cosas que de rodearse uno de todas las precauciones, el suelo no sufrirá las consecuencias de la erosión y tiende a evolucionar hacia un nuevo estado químico con contenidos que oscilan entre un 60 y un 90 p. 100 de los que se suele encontrar en un suelo bajo selva, según los elementos. O sea que este nuevo estado al cabo de 15 a 20 años de cultivo sigue siendo favorable a la palma africana, observándose ahora rendimientos muy satisfactorios en parcelas que llevan cultivos industriales desde hace 60 años.

Clearing and preparation of land for industrial oil palm cultivation (1)

G. MARTIN (2)

INTRODUCTION [15, 17]

In any environment, the preparation of land for cultivation by means of clearing will, of necessity, modify the preexisting balance between soil, climate, and vegetation. The soil will evolve in a more or less favorable manner under the influence of the agricultural works, new vegetation, and periodic harvesting of the cultivated plant, which exports organic matter and mineral elements from the soil.

Agricultural activity thus ends up creating a new physico-chemical status of the soil, which may be rather far removed from its initial state and may deteriorate very rapidly under the

influence of poor use of cultivation techniques. This deterioration is generally rapid in cases of ferrallitic soils in humid, tropical climates, since the upper layers are shallow and are the only ones to truly possess a certain degree of fertility. In addition, it is aggravated by such aggressive climatic factors as abundant, violent rain, which result in the phenomena of erosion and destruction of the surface structure and/or downward leaching of the finer elements.

The evolution of soils beneath palm groves has been the object of a number of observations [17], which have shown that soil under palm groves tends to evolve towards a new chemical status highly favorable to cultivation of palms if the proper precautions are taken during preparation of the soil and during later operation. In addition, it has been shown that erosion poses no threat, due to the establishment of the cover plant sown into the interrows.

In general, all research done on the various situations found in the world's intropical zone has shown that the best attitude to

(1) Communication presented to International Conference on Land Clearing, Ibadan (Nigeria), 22-26 November 1982.

(2) Engineer, I.A.N.; Assistant Director, I.R.H.O. Palm Department, Paris (France).

take when cultivating oil palms is one of « managing » the environment in a rational manner :

- by the use of conservation methods in clearing and planting,
- by choosing low slope development sectors for planting blocks,
- by reducing the number of rounds by mechanical equipment during the operation,
- by regular use of mineral manure which corresponds to the nutrient status of the trees

In reality, a forest (or, in exceptional cases, a savannah) is replaced by the plantation of trees which will rapidly form a cover similar to the forest cover from a climatic point of view.

I. — CLEARING OF THE FOREST

The cultivation of oil palms in a forest zone requires no particular preparation of the soil after clearing (ploughing). The interrows of plantation (7.80 m wide) which are uncovered so as to permit eventual passage of workers and agricultural equipment, are simply seeded with the cover plant (*Pueraria*) so as to conserve the quality of the soil, avoid erosion, and facilitate upkeep [7].

Under these conditions, the **total stumping** of the felled trees, which is a costly operation and causes severe alteration of the soil requiring further grading, is **unnecessary**. It is sufficient to section the stumps at ground level (razing).

In consequence, the various operations involved in clearing take place in the following order :

- 1) felling of the undergrowth after preliminary staking out of the blocks or sectors to be felled,
- 2) the actual felling itself,
- 3) burning (to as great an extent as possible) and chain sawing of the boles to facilitate windrowing,
- 4) razing of the stumps and windrowing,
- 5) seeding of the cover plant.

1. — Felling.

This may be done either mechanically or manually, depending on locally available manpower and equipment.

a) Mechanical felling.

Mechanical felling may be carried out with caterpillar tractors (bulldozers or treedozer) of 250-300 hp. However, **the quality of the work leaves something to be desired** for two reasons : 1) deep excavations may remain at the site of the stems, where the roots had been sectioned beforehand, or 2) the bulldozer, which incurs severe problems in felling due to the low height of its frontal attack, is forced to « maneuver », thus destroying the soil's structure.

Thus, it is preferable to equip these tractors with a cutter blade equipped with a sput at its end (Rome KG), which acts as a shear at ground level on narrow trees, and shreds the wide trunks with its spur so as to **fell them without destumping them** (Fig. 1).

Under favorable technical conditions, experience has shown that 3 hours of work per hectare can be considered as a « basic mean time » when tree density is on the order of 300/ha with less than five large trees. But a supplementary increase coefficient must be applied to this basic data to take into account an increase in tree density/ha, topography, soil humidity, quality of the personnel, and age and condition of the equipment used [7].

b) Manual felling.

This type of felling is performed with an axe and/or mechanical saw. The former requires considerable manpower (around 50 to 100 d/ha depending on the case) [4].

With the mechanical saw, the surface to be felled is first prepared by cutting the undergrowth with a machette, after which the operator and his assistant spend 2 1/2 days cutting down a hectare of forest (beginning with sectioning of the trees smallest in diameter).

c) Other felling equipment.

Other methods have been used in various African countries for large-scale felling programs, and especially the Letourneau Tree

Crusher, which weighs 50 t and can fell and transform a forest into a plant carpet at a rate of 0.8 ha/h [5].

In certain cases, such as thin forests and a small number of large trees, one might consider the use of the hydraulic force of an excavator with a dipper arm, after preliminary sectioning of the roots.

2. — Razing of stumps and windrowing [2, 8, 16].

The presence of a rather dense forest cover in most regions to be developed implies the refining of clearing and windrowing techniques which ensure as great a clearing as possible of the land, while at the same time avoiding « scraping » of the topsoil.

Indeed, observations concerning a plantation program in Peru on recent alluvial deposits showed that in places where the humus layer of the surface had been scraped, the nitrogen content of the trees was lower, inducing a fairly high degree of heterogeneity at an early age and upon entering into production [8].

Nitrogen, in p. 100 of leaf dry matter :

— Near windrow	2.81
— Far from windrow	2.59

Complete clearance of one interrow out of two also requires **destumping**.

Manually, this operation is both difficult and very costly. The mechanical method using current equipment which overturns the soil and modifies its structure in a manner highly destructive to the maintenance of quality has been abandoned. Therefore, the use of the cutting blade equipped with a spur at its end (The Rome KG blade, already used in felling) has been adopted ; in a single operation, **it allows the razing of stumps and windrowing** (Fig. 2).

Windrows are placed parallel to the lines of the trees in future interrows. The spacing between their axes is thus, of necessity, a multiple of the distance separating two rows of palms. The smallest possible space which still allows access to two rows of trees on one side is 15.60 m.

This windrowing is greatly facilitated if the large felled trees are **sawed** (that is, sliced into logs whose length is proportional to their thickness), and if preliminary burning of the felled vegetation has been performed as thoroughly as possible.

Under favorable conditions, 3 h/ha is estimated as the approximate base time necessary for windrowing, according to the shortest distance between axes. This time is increased by the coefficients adopted for felling and those involving inter-axes spacing and quality of burning [7].

II. — PREPARATION OF SAVANNAH LANDS [13]

Apart from several palms or scattered trees, the savannah is covered with grasses, some of which are very hardy and persistent (*Imperata cylindrica*), and invade the land as soon as the natural balance is disrupted due to cultivation. Thus, before undertaking any planting, it is indispensable to get rid of these and to cover the soil.

In general, the following procedure is used : To prepare for ploughing which will follow the felling of isolated, previously burned trees, it is also necessary to first destroy the herbaceous vegetation, through burning, if the season permits, or by mechanical slashing if burning is not possible. Ploughing, which is done with a caterpillar tractor, is followed by one or two rounds of a heavy harrow prior to eradication of the grasses.

The slashing and/or ploughing operation usually occurs during the wet season, so that the ensuing dry season can be reserved for the fight against perennial grasses. Slashing is carried out within a period of about 2 h 30/ha, by passage of a heavy harrow. Ploughing is performed by a disc plough or mouldboard plough, 3 h/ha, and followed by heavy harrowing destined to break up the sods, thus constituting the basic preparation.

Eradication of hardy, persistent grasses (as in the case of *Imperata cylindrica*) then occurs during the dry season, through several (6-8) successive rounds of a disc harrow, separated by an interval of 8 to 10 days between rounds.

Such a practice is, of course, dangerous to the topsoil, and the risk of erosion is considerable. Therefore, under certain conditions (preparation of the field having been performed many months prior to planting), it is possible to treat the future planting rows (already lined) with a pre-emergence weedkiller ; to this may be added a post-emergence weedkiller, depending on the density of regrowth at the time of application. Good results have been obtained against *Imperata* using quantities of 30 to 90 kg/ha ; however, because of the number of treatments needed to reduce

the density of rhizomes, it is often preferable to perform this work through repeated passages of mechanical engines.

In that case, however, one must of necessity sow the cover plant beginning with the first rains, and in large quantities, to avoid both regrowth of the grasses, and to protect the soil against erosion.

III. — SOIL COVER IN INDUSTRIAL PALM CULTIVATION

If the cleared soil remains bare, it will then be exposed to erosion and to the effect of temperature, which partially destroys microbial life. The plant cover which is cultivated thus plays an important role due to its thermoregulatory action ; in addition, it has the advantage of increasing the organic content of the soil, reducing leaching of nutrient elements (mainly potassium), improving the physical structure, and preventing the development of grasses.

In countries where the rainfall is well distributed, the moment of sowing is of little importance, but in less humid countries this date must be chosen as a function of local climatology. It should occur two months before the beginning of the very heavy rains so as to permit the young shoots to develop and resist erosion [9, 14].

The variety of cover plant generally used in palm plantations is the *Pueraria javanica*, a sun-loving plant which tends to form a very thick covering. It is planted at a rate of 10 to 12 kg/ha on cleared forest land, and at twice that rate on the savannah so as to rapidly cover the soil and resist the regrowth of weed grasses [3].

IV. — PREPARATION OF UNDULATING LAND

Oil palm plantations in undulating country, or even on hilly land, are becoming more and more frequent, either because soil having a suitable topography is rare in the sector chosen, or because rather rough reliefs are wedged into the planting area.

In general, an effort is made to avoid the use of such land because of its inconvenience ; however, if the soil and climatic conditions are favorable to cultivation, then these plots are put to use. The building of terraces is indispensable, in order to reduce loss of fertilizer through leaching, and to facilitate harvesting and access to the plot.

It is generally held that slopes of less than 10/12° (21 p. 100) do not warrant the building of terraces. Between 12 and 20° (21-36 p. 100), however, their construction is recommended to be able to plant the trees. With slopes greater than 20° (36 p. 100) it is absolutely necessary to plant in terraces, and along the contours. It should be noted that **mechanical terraces** have a constant width, while the wide **manual terraces** around each tree shrink and form a simple path from one tree to another [12] (Fig. 3).

V. — THE DESTRUCTION OF OLD PLANTATIONS FOR PURPOSES OF REPLANTING

After about 25 years in operation, the bunch tonnage harvested on the industrial palm groves tends to decrease, since the trees

have become too tall and harvesting is impossible due to a lack of climbers or properly adapted tools. At this stage, replanting becomes a technical and financial necessity.

Replanting of an old plantation requires rapid destruction of the felled trunks, which constitute foci for proliferation of numerous *Coleoptera* (*Oryctes-Rhynchophorus*) or fungi (*Ganoderma*, *Fusarium*, etc.) which pose a serious threat to future plantations [10].

Land preparation must thus be carried out in a highly meticulous manner according to a very precise schedule. This includes working of the soil before felling of the old trees, felling and windrowing of the palm trees, and cover seeding. The techniques described are simply indications, and are not applicable in areas where *Fusarium* is rampant since further studies remain to be done [9].

Before the felling of the old trees, the forest regrowth, if it exists, must be destroyed. This is followed by rounds of :

- a roller for crushing the plant carpet ;
- a brushland disc harrow to prepare for ploughing ;
- a disc or mouldboard plough on the interrow ; such an operation also enables sectioning of the palm roots, and paves the way for felling.

Felling itself is done with a caterpillar tractor equipped with a pushbar ; this same tractor will do the windrowing on one interrow out of two or four. This is followed by burning of palm leaves and crowns.

In regions where *Ganoderma* is rampant, it is [11] strongly recommended to first poison the palms in order to kill the roots (sodium arsenite) ; after felling the trunks should be stacked up and burned (combustion is facilitated by adding, at the top of the pile, large quantities of kernel shells). Nonetheless, this is an extremely costly method because of the means required to pile up and burn hundreds of trunks under the most favorable conditions. Thus, research is now being carried out in this field, especially regarding the use of a cutting shovel (Poclair, Priestman, Mitsubishi shovel) mounted on a caterpillar excavator, and able to shred the stems (either felled or still standing) so that the debris may dry out rapidly, or be taken away and burned under more satisfactory economic conditions [18] (Fig. 4).

CONCLUSIONS

Studies undertaken over the last 20 years on implementing large industrial oil palm units have resulted in precise details of the techniques which best meet the objectives, as well as an evaluation of the importance and incidence of the main factors involved in clearing and startup of operation, along with the necessary mean time.

In particular, it has been shown that if all necessary precautions are taken, the soil need not be endangered by erosion and will evolve toward a new chemical status having a content level of 60 to 90 p. 100 of that of soil beneath a forest according to the elements. After 15 to 20 years cultivation, this new status remains favorable to oil palm cultivation, and we are currently seeing entirely satisfactory yields on plots which have been cultivated industrially for the last 60 years.

